


Chem. 17*
Kopp

Ueber

die Verschiedenheit der Materie

vom Standpunkte des Empirismus.

Akademische Festrede

zur Feier

des hohen Geburtsfestes

Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs

LUDWIGS III.

am 9. Juni 1860

gehalten

von dem Rector der Ludwigs-Universität

Dr. Hermann Kopp,

ordentlichem Professor der theoretischen Chemie.



Gießen, 1860.

Druck der G. D. Brühl'schen Universitäts-Buchdruckerei und lith. Anstalt.

Cancellarie magnifice!
Verehrte Collegen!
Theure Commilitonen!
Hochzuverehrende Anwesende!

Der heutige Tag versammelt uns hier, gemeinsamen Ausdruck zu geben den Gefühlen der ehrfurchtsvollen Theilnahme, mit welcher wir das Geburtsfest des erlauchten Beschützers und Erhalters der Universität, unseres allverehrten Großherzogs begehen, und den innigsten Wünschen für Seine Wohlfahrt, die heute unsere Herzen erfüllen. Und in dieser Theilnahme, in diesen Wünschen für das Wohl unseres Fürsten gedenken wir als eines auch in Seinem Sinne davon Unzertrennlichen des Wohles des Vaterlandes und haben wir uns bewußt zu sein der Verpflichtungen, welche gegen Fürst und Vaterland den Gliedern unserer Ludewigs-Universität, die sich nach dem unserem Hessen so theuren Fürstennamen nennen darf, obliegen: die Zwecke dieser academischen Lehranstalt aus allen Kräften zu fördern und die Würde derselben zu wahren.

Die dankbare Anerkennung der Huld und Gnade, welche unser Fürst Seiner Landesuniversität ununterbrochen zuwendet, leitet in natürlicher Weise zu der Betrachtung, welches der Zustand dieser Anstalt sei, wie an ihr der jetzige Standpunkt, welchen die Wissenschaften errungen haben, seinen Ausdruck findet, und im Zusammenhange hiermit wiederum auf die Vergleichung dieses Zustandes und dieses Standpunktes mit dem früherer Zeiten. Wenn Eine Gelegenheit sich nicht bloß dazu bietet, sondern geradezu dazu auffordert, geschichtliche Rückblicke zu werfen, so ist es eine solche wie die uns heute vereinigende, wo in größerer Vollständigkeit wie fast bei allen anderen academischen Acten die Angehörigen der Universität versammelt sind: Angehörige der universitas literarum und zugleich Vertreter einzelner Wissenschaftszweige. Geschichtliche Vergleichung regt sich uns unwillkürlich an bei der Betrachtung, die Erkenntniß der Offenbarungen und der Aussprüche, der Sprachen, des Geistes und der Richtungen wie verschiedener Zeitalter hier ihre Vertretung findet. Geschichtliche Reminiscenzen athmen aus den uns umgebenden Bildnissen derer, die vor uns hier wirkten; die Reihenfolge der Repräsentanten der verschiedenen Wissenschaftszweige an unserer Hochschule ruft uns unwillkürlich auch die Aufeinanderfolge der Ansichten und der Richtungen, die sie vertraten, zurück.

So beruht es nicht auf Zufall, sondern darauf, daß das Nächstliegende und gleichsam sich von selbst Bietende seine Ansprüche geltend machte, wenn die Festreden, die Sie in den letzten Jahren, seitdem diese Art der Feier des Geburtstags unseres Landesherrn an unserer Universität sich eingeführt hat, an dieser Stätte gehört haben, durchweg geschichtliche Betrachtungen zum Gegenstande hatten: die Bedeutung der historischen Continuität in der Entwicklung deutscher Universitäten besprachen, oder die Zustände und Leistungen einer einzelnen Facultät in einem bestimmten Zeitraum uns vorführten, oder die Richtung einer Disciplin in einer gewissen Zeit in dem Lebensbild eines hier wirkenden Vertreters derselben schilderten.

Ich muß mir Ihre Nachsicht erbitten, wenn ich einen Gegenstand zur Besprechung wähle, welcher, wenn auch den Blick rückwärts lenkend und historische Vergleichung bietend, doch — gerade von dem mir zugänglicheren Standpunkte — weder darauf Anspruch machen kann Ihnen Allen ein näher liegender zu sein, noch nähere Beziehung zu der Geschichte speciell unserer Universität hat. Aber es gelingt mir vielleicht doch, Ihre Aufmerksamkeit auf kurze Zeit zu gewinnen für die Vorführung aufeinander folgender Ansichten über einen Gegenstand, dessen allgemeinere Betrachtung viele und ausgezeichnete Kräfte beschäftigt hat.

Ich will versuchen darzulegen, welche Ansichten über die Verschiedenheit der Materie in verschiedenen Zeiten die herrschenden waren. Ich kann, nach dem Maß meiner Kräfte wie der mir hier gegönnten Zeit, nicht wagen tiefer einzugehen auf die Betrachtungen, welche die Metaphysiker der verschiedenen Jahrhunderte über das Wesen der Materie und die Verschiedenheit derselben entwickelt haben; ich werde mich möglichst auf die Ansichten beschränken, welche als die bei den Empirikern geltenden zu betrachten sind.

Wir unterscheiden jetzt zweierlei bezüglich der Verschiedenheit der Materie: die Verschiedenheiten in den Zuständen der Materie, auch eines und desselben Körpers, und die Verschiedenheiten der Materie an sich. Wir sprechen mit andern Worten von physikalisch verschiedenen Zuständen eines Körpers und von chemisch verschiedenen Körpern. Die physikalisch verschiedenen Zustände, die physikalischen Eigenschaften überhaupt erkennen wir bei denjenigen Untersuchungen, bei welchen die den untersuchten Körper von anderen unterscheidenden Eigenschaften nicht oder nicht erheblich geändert werden; die chemische Verschiedenheit der Körper, die chemischen Eigenschaften eines Körpers überhaupt erkennen wir im Gegentheil nur durch Untersuchungen, bei welchen die Totalität der für den untersuchten Körper characteristischen Eigenschaften aufgehoben wird.

Wir betrachten das Wasser in der flüssigen Form, in welcher es sich gewöhnlich zeigt, das Eis und den luftförmigen Dampf, welche Formen das Wasser auch annehmen kann, nicht als verschiedene Materien, sondern als verschiedene Formen derselben Materie. Wir ertheilen dem Eisen Magnetismus oder nehmen ihm denselben, ohne eine Umwandlung der Materie dabei anzunehmen. In der Untersuchung des s. g. Aggregatzustandes der Körper, ob sie fest, flüssig oder luftförmig auftreten, in der Untersuchung ihrer magnetischen Eigenschaften oder ihrer eigenthümlichen Schwere oder ihrer Durchsichtigkeit u. s. w. lassen wir die Materie selbst unverändert; alle Eigenschaften, deren Erforschung ohne Umänderung der Materie möglich ist, bezeichnen wir als physikalische.

Im Gegensatze hierzu sind die Eigenschaften, die wir als chemische bezeichnen, nur erkennbar unter gleichzeitiger Umänderung der der Untersuchung unterworfenen Substanz in allen ihren Grundeigenschaften. Wir können die Entzündlichkeit des Schwefels nicht nachweisen, ohne den Schwefel selbst in einen Körper von ganz anderen Eigenschaften überzuführen. Die stechend riechende Luftart, welche sich bei dem Verbrennen des Schwefels verbreitet, steht nicht etwa in derselben Beziehung zu dem Schwefel, wie der bei dem Erhitzen von Wasser sich verbreitende Dampf zu dem Wasser. Durch Erkalten des Wasserdampfs erhält man wieder tropfbar flüssiges Wasser von den früheren Eigenschaften desselben, durch noch stärkeres Erkalten des letzteren Eis; durch sehr starkes Erkalten jener von brennendem Schwefel aus sich verbreitenden, im gewöhnlichen Leben als Schwefeldampf bezeichneten Luftart erhält man aber nicht etwa wieder Schwefel, sondern eine äußerst flüchtige und stechend riechende wasserhelle Flüssigkeit, die eben so wenig brennbar ist wie die aus ihr bei Einwirkung der stärksten Kältegrade entstehende schneeartige Substanz. — Das Verdampfen des Wassers ist ein physikalischer, das Verbrennen des Schwefels ein chemischer Vorgang. Eis, Wasser und Wasserdampf zeigen uns physikalisch verschiedene Zustände desselben Körpers; Schwefel und s. g. Schwefeldampf, die schweflige Säure der Chemiker, sind chemisch verschiedene Körper.

In dem Alterthum ist dieser uns jetzt so elementar erscheinende Unterschied zwischen physikalisch-verschiedenen Zuständen desselben Körpers und chemisch-verschiedenen Körpern nie klar erkannt gewesen. Ein der jetzt als Chemie bezeichneten Wissenschaft entsprechendes Wissen, oder auch nur ein Anfang eines solchen in irgend einer zusammenfassenden Betrachtung der damals empirisch erkannten vereinzelten, später als zu der Chemie in Beziehung stehend nachgewiesenen Thatsachen existirte nicht. Was an Beobachtungen vorlag, war zur Erkenntniß dieses Unterschieds ungenügend; was zu dieser Erkenntniß erst führte: die eines Zweckes und Planes mehr oder minder bewußte Anstellung von Versuchen, existirte kaum.

Von den in dem Alterthum über das Wesen der Materie aufgestellten Ansichten ist für die Betrachtung, die ich Ihnen vorzulegen mir erlaube, hier nur der Lehre des Aristoteles zu gedenken. Es ist diese nicht bloß die einzige unter jenen Ansichten, welche dauernd einen Einfluß auf die Auffassung des der empirischen Kenntniß der Körper werdenden Zuwachses ausübte, sondern auch diejenige, welche unzweifelhaft mehr als jede andere empirisch Festgestelltes philosophisch zu verwerthen suchte, in der Art daß sie von den ganz empirisch an den sinnlich wahrnehmbaren Dingen, sofern sie sich dem Tastsinn als körperliche darstellen, nachzuweisenden allgemeineren Eigenschaften ausgehend in einer an inductive Methode wenn auch nur entfernt erinnernden Weise ein allerdings sehr beengtes Princip zu gewinnen suchte, auf welches als eine uns jetzt unnatürlich schmal erscheinende Grundlage eine sich weithin ausbreitende Deduction aufbauen lasse. — Des Aristoteles so lange in Geltung gebliebene und später soviel verkannte und mißbrauchte Lehre über das Wesen der Materie faßt, der damaligen Ausbildung des Wissens ganz entsprechend, die Zustände der Materie viel mehr von einem Standpunkte, welchen wir dem physikalischen vergleichen können, als von einem dem chemischen auch nur entfernt sich nähernden in's Auge. Es ist weniger die Verschiedenheit der Körper an sich, als die der Zustände der Körper, welche Betrachtung und Ausdruck in des Aristoteles Lehre von den vier Elementen gewann. Die an sich eigenschafts-

lose Materie gewinnt bestimmte Gestalt durch ihr hinzukommende Eigenschaften; die Grundeigenschaften, welche Aristoteles für Alles Körperliche oder Tastbare hervorhebt, sind physikalische, nämlich das Trocken- oder Feucht-, d. i. Fest- oder Flüssigsein, das Warm- oder Kaltsein; die vier Elemente, welche er als die Bestandtheile des Erdkörpers hinstellt, sind nicht Elemente im neueren Sinne, nicht unzerlegbare Substanzen, welche in den Körpern empirisch nachweisbar vorhanden sind, sondern Träger gewisser Grundeigenschaften der Materie. In diesem Sinne und da nach seiner Annahme jedem Elemente zwei der genannten Elementarqualitäten zukommen, ist die Erde als der Inbegriff des Festen trocken und kalt, das tropfbar-flüssige Wasser kalt und feucht, die Luft oder der Dampf feucht und heiß, das Feuer heiß und trocken; in diesem Sinne entstehen aus diesen vier Elementen — Grundzuständen der Materie — alle übrigen Körper und sind die Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften bedingt durch das Verhältniß, in welchem jene Elemente in ihnen zusammengetreten sind, so daß die Eigenschaft, der Zustand, des in einem Körper vorherrschenden Elementes die an dem Körper selbst hervorstechende ist.

Unter dem Einfluß einer derartigen Anschauungsweise, welche die Betrachtung der Verschiedenheiten der Körper in die der verschiedenen Zustände concentrirte, mußte bald die Ansicht durchdringen, die Eigenschaften Einer Art Materie können so abgeändert werden, daß ein ganz anderer Zustand der Materie, ein anderer Körper wird. Der empirischen Erkenntniß, wie die Kälte erstarrend und härtend wirkt, entspricht Plinius' Aeußerung über den Bergkrystall, derselbe entstehe aus Feuchtigkeit nicht durch Wärme, sondern durch Kälte, der strengste Frost lasse ihn sich bilden, und daß er eine Art Eis sei, sei gewiß. Die Verwandlung von Luft in Wasser, wie auch die umgekehrte, wird bei Plinius ebenso als etwas in der Natur, z. B. bei der Wolkenbildung, unzweifelhaft vor sich gehendes hingestellt.

Aber nirgends tritt die Idee, die Umwandlung des Zustands der Materie sei die Umwandlung eines Körpers in einen andern (wie wir dies heute nennen würden), so bestimmt hervor, als in dem über tausend Jahre die Kräfte Unzähliger leitenden Bestreben, die Umwandlung der Metalle in einander, namentlich die Umwandlung der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. Bekanntlich tritt dieses Streben, dessen Ursprung unenthüllt ist, gegen das Ende des 4. Jahrhunderts unsrer Zeitrechnung in die Oeffentlichkeit und wird bald bei verschiednen Nationen der Gegenstand der vielfältigsten Forschungen, der Inhalt einer übergroßen Zahl von Schriften, deren früheste uns erhaltene theilweise nur wenig zugänglich sind, fast sämmtlich aber, was die Feststellung ihres Inhaltes betrifft, noch gleichzeitig sprach- und sachkundiger Bearbeitung harren. Das läßt sich mit einiger Sicherheit sagen, daß das Problem der Metallverwandlung hier zunächst stets als das der Umwandlung des äußeren Zustandes der Materie aufgefaßt wird. War doch auf das, was wir chemische Verschiedenheit der einzelnen Metalle nennen, in älterer Zeit so wenig eingegangen, daß z. B. bei Plinius Blei und Zinn weniger als zwei verschiedene Metalle wie als zwei Varietäten desselben Metalls (als dunkles und helles Blei) unterschieden werden. Erscheint doch heute noch der Unterschied in den äußeren Eigenschaften einzelner Metalle, des Zinns und des Zinks z. B., kaum größer als der zwischen weichem und gehärtetem Stahl. So lange man verschiedene Körper wesentlich als dieselbe Materie, nur mit verschiedenen Eigenschaften ausgestattet, betrachtete,

hatte das Streben nach der Umwandlung des einen in einen anderen seine vollständige Berechtigung. Es hatte sie in der Auffassung, an welche so eben erinnert wurde, theoretisch; die empirische Unterstützung des Glaubens an die Möglichkeit einer Metallverwandlung fehlte nicht, sofern man in der Abänderung der Farbe eines Metalls, die wir jetzt allerdings als in der Bildung von Mischungen mehrerer Metalle begründet wissen, einen Beginn wahrer Metallverwandlung, nämlich die Umwandlung einer wesentlichen Eigenschaft sah; daß gewisse Erze, die später als zinkhaltige genauer erkannt wurden, dem Kupfer die goldähnliche Messingfarbe, daß arsenikalische Substanzen ihm eine silberweiße Farbe ertheilen können, war schon frühe (ersteres schon im 1., letzteres im 7. Jahrhundert unserer Zeitrechnung) bekannt. Empirische Beweise für die Möglichkeit der Umwandlung eines Metalls in ein anderes glaubte man in einer Menge von Fällen sehen zu dürfen, wo an der Stelle eines Metalls unter dem Einflusse gewisser chemischer Agentien ein anderes dem Auge sichtbar wurde; daß in einem salzartig aussehenden Körper ein Metall enthalten sein könne, daß der blaue Vitriol z. B. Kupfer fertig gebildet in sich schließe, wurde erst im 17. Jahrhundert von den Chemikern anerkannt. Wenn an der Stelle eines Stückes Eisen bei längerer Einwirkung der Lösung von solchem Vitriol sich Kupfer vorfand, so entsprach es ganz dem Aeußerlichen der Erscheinung, anzunehmen, es sei hier eine wirkliche Umwandlung des Eisens in Kupfer vor sich gegangen. Die Auffassung der Alchemisten war, bei der Mehrzahl derselben unbewußt, an Aristotelische Betrachtungsweise erinnernd; die an sich eigenschaftslose Materie, die unter dem Einflusse gewisser Bedingungen sich als Eisen zeigte, nahm unter der Einwirkung anderer bedingender Umstände das Aussehen des Kupfers an; oder wenn wir die der Mythologie entlehnten astrologisch-alchemistischen Benennungen der Metalle anwenden: dieselbe Materie, die im Panzer des Mars als Eisen erschien, trat nach der Einwirkung des Vitriolwassers im Kleide der Venus als Kupfer auf. Daß an der Stelle von Eisen, welches in Vitriolwasser gelegt wird, sich später Kupfer findet, wird als deutlichster Beweis für die Möglichkeit der Metallverwandlung noch im 16. Jahrhundert von Autoritäten wie Paracelsus und Libavius, selbst noch in dem 17. Jahrhundert von dem gelehrten Daniel Sennert angeführt. Unter dem Einflusse solcher Auffassung konnte der Jenenser Professor Georg Wolfgang Wedel, welchem gleichfalls die Umwandlung des Eisens in Kupfer in der eben beschriebenen Weise unzweifelhaft war, wohl noch 1682, als er sein 15 Jahre lang gebrauchtes bleiernes Dintenfaß durch Quecksilber corrodirt fand, von der Untersuchung abstrahiren, wer etwa Quecksilber hineingeworfen, und dafür eine Auseinandersetzung seiner Ansichten geben, daß und wie das Quecksilber aus dem Blei entstanden sein möge.

Lag die Verschiedenheit der Körper mehr in der Verschiedenheit des von der Materie angenommenen Zustandes als in einer Verschiedenheit der Materie der Körper an sich, so erschien es weiter ganz natürlich, an die Möglichkeit einer Steigerung einer Eigenschaft, die für einen gewissen Zustand der Materie oder einen gewissen Körper characteristisch ist, in der Art zu glauben, daß eine kleine Menge einer Substanz mit höchst gesteigerter characteristischer Eigenschaft dieselbe Wirkung ausüben könne, wie eine größere Menge derselben Substanz im gewöhnlichen Zustande; oder daß eine kleine Menge einer Substanz mit höchst gesteigerter characteristischer Eigenschaft diese einer größeren Menge einer anderen Substanz in der Art mittheilen könne, um die letztere Sub-

stanz mit den gewöhnlichen Eigenschaften der ersteren begabt zu machen. Vergleichbar etwa der Erhöhung der rothen Farbe des Zinnobers durch Feinerreiben desselben oder der Steigerung der magnetischen Kraft, welche Stahl annehmen kann, erscheint die von den Empirikern früherer Jahrhunderte angestrebte Steigerung der characteristischen Eigenschaften einer Substanz — die exaltatio, wie sie als ein besonderer Theil der chemischen Kunst in alchemistischen und chemischen Werken des 15. und 16. Jahrhunderts benannt wird — und die Concentrirung der wesentlichen Eigenschaften einer größeren Menge Substanz in eine kleinere Menge derselben, wie sie in dem Aufsuchen von Verfahren, die Essenzen und Quintessenzen verschiedener Substanzen darzustellen, hervortritt. Die Aufsuchung des sogenannten Steins der Weisen hatte zum Zweck, eine die characteristischen Eigenschaften des Goldes in solcher Intensität besitzende Substanz zu gewinnen, daß dieselbe diese Eigenschaften einer viel größeren Menge unedlen Metalls in solchem Grade, um sie noch als gewöhnliches Gold erscheinen zu lassen, mittheilen könne.

Eine Aenderung in den Ansichten über die Verschiedenheit der Materie bereitet sich vom 8. Jahrhundert an vor, kommt aber erst viel später zum Durchbruch. Es ist jetzt, wo die Schriften der arabischen Chemiker, die vom 8. bis zum 12. Jahrhundert die Repräsentanten des damaligen chemischen Wissens waren, nur in späteren, wohl unter dem Einflusse vorgefaßter Meinungen verfertigten Uebersetzungen zugänglich sind, schwer, mit einiger Bestimmtheit anzugeben, welches die Ansichten jener Empiriker über die Verschiedenheit der Materie waren, bei welchen wir zuerst bewußte Ausführung chemischer Operationen und deutlichere Angaben darüber vorfinden. In der Form, in welcher uns die Aussprüche der leitenden Autorität der arabischen Chemiker, des im 8. Jahrhundert lebenden Geber's vorliegen, lassen sich dafür, es sei die Verschiedenheit der Materie in etwas anderem als dem Zustande derselben zu suchen, wohl aus diesen Aussprüchen Belege herauslesen. Für Geber, wie für die Alchemisten mehrerer Jahrhunderte nach ihm, concentrirt sich die chemische Kenntniß der verschiedenen Substanzen in der der für die Alchemie wichtigsten, der Metalle. Die Metalle werden als zusammengesetzte Körper hingestellt; alle enthalten dieselben, als Quecksilber und Schwefel bezeichneten Bestandtheile; sie sind verschieden, weil sie diese Bestandtheile in verschiedenem Mengenverhältniß und in verschiedenem Grade der Reinheit in sich enthalten; Metallverwandlung ist möglich in der Abänderung des Mischungsverhältnisses und des Grades der Reinheit jener Bestandtheile. Vieles läßt sich so deuten, wie wenn Geber die als Schwefel und Quecksilber bezeichneten, von den für sich darstellbaren und gemeinhin so benannten Substanzen aber mehrfach unterschiedenen Bestandtheile der Metalle im Sinne von Elementen, wie sie die neuere Chemie annimmt, aufgefaßt habe, d. h. als Körper, welche in den Metallen distinct vorhanden seien, bei der vermutheten Umwandlung der Metalle aus dem einen in das andere, wenn auch in abgeändertem Mengenverhältniß, corporaliter übergehen. Vieles hinwiederum läßt diese Bestandtheile mehr in dem Sinne der Aristotelischen Elemente, als die supponirten Träger gewisser Grundeigenschaften, die jetzt dem die Körper vom Standpunkte der Alchemie Betrachtenden als die wichtigeren hervortreten, erscheinen, und das s. g. elementare Quecksilber nur als den Träger, oder als die Bezeichnung des Zustandes, des Metallischseins, der Dehnbarkeit und Schmelzbarkeit ansehen, und den s. g. elementaren Schwefel in gleicher Weise als

den supponirten Träger, oder die Bezeichnung des Zustandes, der Veränderlichkeit beim Erhitzen, der Verbrennlichkeit.

Die von Geber ausgesprochene Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, über gewisse Elemente die als Träger chemisch-wichtiger Eigenschaften in ihnen enthalten seien, erhält sich fast ungeändert, nur auf Alles Körperliche überhaupt sich erweiternd, bei den meisten Alchemisten bis gegen das Ende des 15. Jahrhunderts. Hin und wieder wird versucht, gleichzeitig der Autorität der Aristotelischen Lehre gerecht zu werden; so wenn Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Quecksilber auch noch Wasser annimmt, sofern es unzweifelhaft sei, daß die Starrheit der Metalle auf der Kälte des Wassers beruhe; oder wenn der gleichzeitig lebende Raymund Lull, sowohl die Aristotelischen Elemente als substantias wie auch die alchemistischen Elemente anerkennend, versichert, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum. Bestimmter noch tritt die Ansicht, nicht bloß in den Metallen sondern in allen Körpern seien als Elemente Schwefel und Quecksilber enthalten, gegen das Ende des 15. Jahrhunderts — so in den Schriften des in diese Zeit zu setzenden Basilius Valentinus — und in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts in des Paracelsus verworrenen Lehren hervor. Da aber sind die so bezeichneten Elemente nicht mehr die einzigen, sondern als drittes wird ihnen ein als Salz benanntes hinzugesellt, und bestimmter, als dies für Geber's Elemente sich nachweisen läßt, erhalten jetzt wieder die s. g. alchemistischen Elemente die Bedeutung, gewisse in chemischer Beziehung bedeutsame Zustände, chemisches Verhalten zu repräsentiren. Bei den hervorragenderen Vertretern der Chemie im 16. Jahrhundert sind Schwefel, Salz und Quecksilber als Elemente der Körper kaum in einem der heutigen Vorstellung über die Elemente annähernden Sinne zu nehmen, sondern es bezeichnet das elementare Salz allgemein das Feuerbeständige, das elementare Quecksilber das unzersetzt Verflüchtigbare, der elementare Schwefel das Verbrennliche der Körper. Keineswegs bedeutet, was in verschiedenen Körpern als Salz oder als Schwefel oder als Quecksilber bezeichnet wird, immer dieselbe Substanz; das elementare Salz verschiedener Körper kann eine Menge verschiedener Eigenschaften haben, aber es hat immer die eine Grundeigenschaft des elementaren Salzes: unzersetzt feuerbeständig zu sein. Es sind die alchemistischen Elemente, welche noch im 17. Jahrhundert in Becher's Lehren unter der Benennung der elementaren Erden neben dem gleichfalls als Element betrachteten Wasser sich geltend zu machen suchen, wieder die Benennungen für hervorstechende Eigenschaften von Körpern oder richtiger für Substanzen, welche bei der chemischen Behandlung eines Körpers — und das Universal-Einwirkungsmittel der Scheidekünstler war damals das Feuer — auftreten. Sie sind es für chemische Eigenschaften oder Zustände, wie es die Aristotelischen Elemente für physikalische Eigenschaften oder Zustände waren, und es begreift sich, daß in dem 16. Jahrhundert viele Physiker an des Aristoteles, wie die Alchemisten an des Paracelsus Lehre von den Elementen festzuhalten suchten. Jede dieser Lehren gab Ausdrücke für Eigenschaften oder Zustände, die für jede dieser Classen von Gelehrten oder Forschern besonders wichtige waren.

Gegen das Ende des 16., in dem Anfange des 17. Jahrhunderts bildet sich eine neue Art

Naturforschung aus. Was in der Astronomie, der Physik durch Keppler, Galilei, Toricelli geleistet wird, übt seine Wirkungen auch auf andere Naturwissenschaften. Auch für die Chemie trug, wenn gleich nur langsam, ihre Früchte die richtige Würdigung der Erfahrung, wie sie Bacon von Verulam lehrte, die sich bewußte inductive Forschungsweise: aus der Masse der erfahrungsmäßigen, der von selbst sich bietenden oder willkürlich hervorgebrachten Erscheinungen (der Beobachtungen und der Versuche) das Zusammengehörige zusammenzufinden, an ihm das Gemeinsame zu erkennen und zu formuliren, und durch fortgesetztes Generalisiren unter steter Nachweisung der Sicherheit des Ganges durch Erfahrungsgründe sich zu umfassenderer Erkenntniß zu erheben. Um die Mitte des 17. Jahrhunderts brechen die Chemiker mit den überlieferten Ansichten über Salz, Schwefel und Quecksilber als in allen Körpern anzunehmende Elemente. Van Helmont erklärte sich eben so bestimmt gegen diese, wie gegen die Aristotelischen Elemente; einer der ersten sprach er dem Feuer die Materialität ab, und so viel Irrthümer auch seine Behauptungen darüber, was als Urstoff zu betrachten sei, oder seine an Thales' Lehre erinnernden Ansichten über das Wasser als Urstoff und die Umwandelbarkeit desselben in die Bestandtheile von Thieren und Pflanzen einschließen, so trug doch auch er wesentlich dazu bei, den Boden, auf welchem eine bessere Erkenntniß sich entwickeln sollte, durch Bekämpfung des Ueberkommenen, nachgerade zum Unkraut Degenerirten zu reinigen und zu lockern, wenn er auch nicht selbst den Samen richtigerer Ansichten ausstreute. Es war damals noch nöthig, darzuthun, daß mit der Aufhebung des Zustandes einer Substanz, den sie für sich zeigt, nicht nothwendig eine totale Zerstörung der Substanz verbunden sein muß; der Begriff der chemischen Verbindung trat zuerst klarer in van Helmont's Darlegungen hervor, daß z. B. bei der Auflösung des Silbers in Scheidewasser, wo der metallische Zustand des Silbers verschwindet, das Silber selbst doch existirend bleibt und, wenn auch nicht in seiner gewöhnlichen Form, so doch in pristina essentia fortbesteht. Solche Wahrheiten waren um die Mitte des 17. Jahrhunderts eingehender Beweisführung bedürftig; der geniale englische Forscher Mayow hatte wenige Jahre später noch darzulegen, daß bei der Vereinigung zweier Körper zu einer chemischen Verbindung, auch wenn diese ganz andere Eigenschaften zeigt als jene ihre Bestandtheile, doch von diesen Nichts verloren geht, daß keine annihilatio der Bestandtheile stattfindet. — Am klarsten faßte Boyle zu derselben Zeit, in den Jahren 1660 bis 1680, die Frage über chemische Verbindung und damit zugleich über die Verschiedenheit der Materie vom Standpunkt empirischer Forschung auf. In bestimmtester Weise betonte er die Forteristenz der Körper, welche sich zu einem neuen chemischen Ganzen von besonderen Eigenschaften vereinigen, in diesem und die Präexistenz derjenigen Körper in einer Verbindung, welche sich durch chemische Zerlegung der letzteren erhalten lassen. Die Ueberzeugung, daß in einem Körper, welcher unter chemisch wirkenden Einflüssen Ungleichartiges zu liefern im Stande ist, dieses präexistire, ließ ihn ungleichartige Stoffe räumlich distinct in dem als zusammengesetzt betrachteten Körper annehmen, und er hat den Grund zu dem noch heute bei den Empirikern geltenden Corpuscularsysteme gelegt, nach welchem Alles Wägbare aus kleinsten Theilchen verschiedener Substanzen, die im Allgemeinen für sich darstellbar und damit der empirischen Forschung zugänglich sind, besteht und eine chemische Verbindung aus der innigen Aneinanderlagerung der

kleinsten Theilchen verschiedenartiger Bestandtheile hervorgeht, die bei der Zersetzung jener Verbindung entweder einfach sich von einander trennen oder in neue Verbindungen übergehen. Boyle läßt ausdrücklich die Möglichkeit einer einzigen Urmaterie als theoretisch denkbar fortbestehen, hebt aber um so bestimmter hervor, daß für die empirische Forschung der Nachweis, ob dem so sei, oder ob mehrere Urbestandtheile der Materie existiren, nicht möglich ist, sondern die chemische Zerlegung — die von ihm zuerst so bezeichnete analysis mixtorum corporum — auf Körper führe, die keiner weiteren Zerlegung fähig sind; diese könne man, so lange sie der Chemie unzerlegbar seien, vom empirischen Standpunkt aus als Elemente bezeichnen. Als absolut unzerlegbare Körper stellt er aber, was er chemische Elemente nennt, nicht hin.

Es war jetzt eine Betrachtungsweise über die Natur der Körper im Allgemeinen und über die Ursache ihrer Verschiedenheit gewonnen, welche sich von der früher befolgten wesentlich unterschied. Nicht mehr war, was als Element betrachtet wurde, nur der Ausdruck für einen gewissen Zustand, für ein gewisses Verhalten, sondern es war ein empirisch Faßbares und der Prüfung Zugängliches. Nicht mehr betrachtete man die Materie als wesentlich nur ihrem Zustande nach verschieden, oder drückte man lediglich die verschiedenen Zustände durch die Annahme von s. g. Elementen als Repräsentanten dieser Zustände aus, sondern die Verschiedenheit der Körper ergab sich jetzt als eine Folge davon daß die verschiedenen Körper entweder selbst verschiedene Elemente sind, oder aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt sind, oder, wenn dieselben Elemente, diese doch in verschiedenem Verhältniß in sich enthalten.

Am Schwersten erschien es, sich von der so viele Jahrhunderte lang gehegten Ansicht los zu reißen: es beruhen die Eigenschaften der Körper auf den Eigenschaften der Bestandtheile derselben in der Art, daß jede hervorstechende Eigenschaft der Körper einen mit dieser Eigenschaft in besonders hohem Grade begabten Bestandtheil als einen Träger derselben annehmen lassen müsse. Die von jener frühen Zeit, wo man die Erde als Inbegriff und Repräsentanten des Starren, das Wasser als den des Tropfbar-Flüssigen, die Luft als den des Elastisch-Flüssigen betrachtete, überkommene Anschauungsweise, die dann bei den Alchemisten ebenso für die hervorstechendsten chemischen Eigenschaften s. g. Principien oder Elemente als Träger dieser Eigenschaften annehmen ließ, war nicht so rasch zu beseitigen; erstrecken sich doch an sie sich anlehnende Betrachtungen, immer wieder auftauchend, bis in unsere Zeit. Im vorigen Jahrhundert noch hielt man es für unmöglich, daß nicht alle brennbaren Körper ein bestimmtes (und zwar materielles) Princip der Brennbarkeit, alle ätzend wirkenden Körper ein Princip der Causticität in sich enthalten sollten; für eine größere Anzahl solcher chemisch wichtiger Zustände nahm man noch besondere Principien als Träger der diese Zustände characterisirenden Eigenschaften an. Und ebenso wie man in den Körpern, die bei der chemischen Betrachtung etwas Wichtiges gemeinsam zeigen, einen gemeinsamen Bestandtheil als Träger dieser wichtigen chemischen Eigenschaft annahm, so auch bei Körpern, welche einen der Beachtung sich aufdrängenden physikalischen Zustand gemeinsam haben. Um die Mitte des vorhergehenden Jahrhunderts war bereits eine nicht geringe Zahl luftförmiger Körper bekannt, Körper welche mit der atmosphärischen Luft die Leichtbeweglichkeit wie auch die Eigenschaft theilen, auffallend zusammendrückbar zu sein und den dargebotenen Raum vollständig und gleich-

mäßig zu erfüllen, während sie andererseits sich von der Luft in bestimmtester Weise verschieden verhalten, z. B. unfähig sind, die Verbrennung oder das Athmen zu unterhalten, oder selbst Entzündbarkeit zeigen; diese Körper, welche wir jetzt als ebensowenig etwas Gemeinsames enthaltend betrachten wie die verschiedenen festen Körper, z. B. Kupfer und Marmor oder Holz, betrachtete man damals allgemein als deßhalb den luftförmigen Zustand zeigend, weil sie wesentlich aus (gemeiner) Luft bestehen; sie seien Luft, ein Element dessen gewöhnliche Eigenschaften in ihnen lediglich durch Beimischungen aufgehoben und abgeändert seien. So erscheint zu jener Zeit mit der später erlangten Erkenntniß, daß die Verschiedenheit der Materie im Allgemeinen auf der Existenz verschiedener Grundstoffe und der Verbindbarkeit der letzteren beruht, öfters noch verschmolzen die althergebrachte Auffassung, gleichartiges Verhalten, Gleichartigkeit des Zustandes auf Rechnung des Gehaltes an einem als Ursache dieses Verhaltens oder Zustandes betrachteten, wenn auch häufig nicht für sich darstellbaren sondern nur eben aus dem Verhalten oder Zustand zu folgernden Bestandtheile zu setzen.

Die Ausbildung dieser Betrachtungsweise war dem entsprechend, in welchem Umfang und mit welchen Mitteln die Chemie von der Mitte des 17. bis zu dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts an der Lösung der Aufgabe arbeitete, die sie als die ihrige erkannt hatte. Sie hatte sich damals bereits als einen Zweig der Naturwissenschaften constituirt; ohne die fremdartigen Zwecke, die ihr sonst in der Zeit der Alchemie und der Jatrochemie als maßgebende gesteckt gewesen waren, jetzt mehr als hauptsächliche zu verfolgen, betrachtete sie als ihre Aufgabe die Erkenntniß, wie die Körper zusammengesetzt sind und wie sie zusammengesetzt werden. Aber das an den Körpern selbst Betrachtete war damals fast ausschließlich das qualitative Verhalten derselben. Der Erklärung dieses, und nur dieses Verhaltens waren alle Annahmen angepaßt, die man bezüglich der Zusammensetzung der Körper machte. Den Gewichtsverhältnissen schenkte man vom chemischen Standpunkte aus so gut wie keine Beachtung. Das Gewicht, welches ein und derselbe Körper zeigen kann, hielt man für etwas je nach den Umständen Veränderliches; kein Hinderniß sah man darin, daß ein Körper bei einer gewissen chemischen Behandlung und Veränderung leichter wird, um doch anzunehmen, hierbei habe der Körper etwas von einer andern Substanz aufgenommen, oder in dem Schwererwerden eines Körpers bei einer gewissen Operation für die Annahme, er habe hierbei doch einen bisher eingeschlossenen Bestandtheil verloren. Die Chemiker, beschränkt in ihrer Betrachtung der Chemie als der Wissenschaft die über die qualitative Verschiedenheit und Veränderung der Körper Aufschluß geben solle, überließen den Physikern als eine diesen und nicht ihnen zukommende Aufgabe die Erklärung der Gewichtsverhältnisse der Körper bei chemischen Vorgängen; man täuschte sich mit Verwechslungen des absoluten und des relativen Gewichtes der Körper; man kam auf uralte Vorstellungen zurück, nach welchen gewisse Formen der Materie absolut leicht sein und ebenso sich von der Erde weg zu entfernen streben sollten, wie die absolut schweren sich der Erde zu nähern streben, und glaubte in der Beilegung der absoluten Leichtigkeit an solche Prinzipien, bei deren supponirten Zutreten zu andern Körpern diese leichter werden, eine genügende Erklärung dieser Gewichtsveränderung zu geben.

Andere Ansichten, als die bis dahin gehegten, begannen bald nach 1750 sich vorzubereiten.

Derselbe Forscher (*Black*), welchem man eine richtigere Einsicht in die Beziehungen der drei s. g. Aggregatzustände zu einander und den Nachweis verdankt, auf was es beruht, daß derselbe Körper den luftförmigen Zustand ebensowohl wie den flüssigen und festen annehmen kann, und daß keineswegs jede Luftart nothwendig die gemeine Luft als Ursache ihres luftförmigen Zustandes in sich enthalten müsse, zeigte auch auf beschränktem Gebiete, bei der Beantwortung der Frage, was der Unterschied zwischen gewöhnlichem Kalkstein und daraus gebranntem Aetzkalk sei, den ganzen Vortheil, welchen die Chemie für die Beurtheilung, wann Verbindung und wann Zersetzung statt hat, aus der Beachtung der quantitativen Verhältnisse ziehen kann. Aber weiteres Gebiet erwarb sich die quantitative Untersuchungsweise auch damals zunächst noch nicht; Jahrzehente verflossen, bis ihre Berechtigung und Nothwendigkeit in allgemeinerem Umfang Anerkennung fand und die auf sie gegründeten Folgerungen bezüglich der Zusammensetzung der Materie und dessen, was man vom empirischen Standpunkt aus als Elemente zu betrachten habe, in ernstliche Discussion und dann zur Annahme kamen. — Sehr nahe, kaum 80 Jahre hinter uns liegend, ist der große Umschwung der Ansichten der Empiriker über die Materie, welchen *Lavoisier* durchsetzte. Dieser Umschwung beruhte gerade wesentlich darauf, daß jetzt nicht mehr ausschließlich oder vorzugsweise das Qualitative, sondern ebensowohl das Quantitative bei den chemischen Vorgängen beachtet wurde. Die Permanenz des Gewichtes der Materie wurde durch *Lavoisier* zur Anerkennung gebracht; die Erkenntniß, daß ein Körper, je nachdem er im freien Zustand oder in Verbindung mit anderen Substanzen auftritt, zwar in sehr verschiedenen, durch ganz ungleiche Eigenschaften characterisirten Zuständen sich zeigen kann, daß aber sein Gewicht stets dasselbe ist, und daß hinsichtlich des Gewichts der Materie Nichts verloren gehen und Nichts geschaffen werden kann. Der von *van Helmont* und von *Mayow* für gewisse Körper zunächst in qualitativer Beziehung vertheidigte Satz, daß bei ihrem Eingehen in chemische Verbindungen keine Annihilation derselben stattfinde, wurde allgemein auch in quantitativer Beziehung zur Geltung gebracht. Ein neues Kennzeichen wurde dafür gewonnen, ob ein Körper bei der Veränderung, die er unter irgend welchen Umständen erleidet, eine Verbindung eingeht oder eine Zersetzung erfährt; im ersteren Falle mußte die resultirende Substanz schwerer sein als der ursprüngliche Körper, im anderen Falle das zunächst als Resultat der Veränderung sich Zeigende leichter und es war dann zu suchen, in welcher Form, als welche Substanz das fehlende Gewicht ausgetreten war. Die Wage gesellte sich zu den Hülfsmitteln, die Körper bestimmen zu lassen, welche als chemisch-einfach zu bezeichnen sind: die Körper nämlich, welche durch keine jetzt zu Gebote stehende Kraft in der Art verändert werden, daß aus ihnen ein weniger Wiegendes gewonnen würde.

So kam die Chemie zu der Betrachtungsweise, welche *Lavoisier* geltend machte und die seitdem in keiner der anderen Naturwissenschaften einen Widerspruch gefunden hat. Seit jener Zeit hat die Chemie bezüglich der Verschiedenheit der Materie den Standpunkt festgehalten, welchen *Boyle* vorausgesehen hatte, der nachher manchem großen Denker als der richtige erschienen war, und den, soweit wir es irgend jetzt beurtheilen können, *Lavoisier* im Wesentlichen erreicht hat. Den Grund der Verschiedenheit der Körper sieht man darin, daß die verschiedenen Körper entweder verschiedene unzerlegbare Substanzen oder verschiedene Verbindungen verschiedener unzerleg-



barer Substanzen sind; man verkennt nicht, daß in dieser Auffassung mehr ein allgemeiner Ausdruck des empirisch Erkannten als eine Erklärung gegeben ist. Die Unzerlegbarkeit der s. g. chemischen Elemente selbst wird als eine dem jeweiligen Zustande des Wissens oder der Intensität der der Wissenschaft zu Gebote stehenden zersetzenden Kräfte entsprechende, als eine relative aufgefaßt. Der Empirismus hat seitdem eine Urverschiedenheit der Materie weder anerkannt, noch sie geleugnet, im vollen Bewußtsein seiner Incompetenz hierüber abzuurtheilen. Er bekennt sich noch ganz zu den Ansichten, welche Lavoisier 1789 in dem Discours préliminaire zu seinem Traité de chimie aussprach: „Was man über die Zahl und Natur der eigentlichen Elemente sagen kann, scheint mir ganz und „gar dem Bereich der metaphysischen Forschungen anzugehören. Das nur will ich sagen, daß, „wenn wir mit dem Worte Elemente die einfachen und untheilbaren Molecule bezeichnen wollen, „aus welchen alle Körper bestehen, diese Elemente uns höchst wahrscheinlich unbekannt sind; und „daß, wenn wir andrerseits die Benennung Elemente den Substanzen beilegen wollen, welche mittelst der Analyse (empirisch) erkennbar sind, uns eben alle die Substanzen Elemente sind, für „welche wir kein Mittel, sie zu zersetzen, kennen; nicht als ob wir uns überzeugt halten dürften, „daß diese uns als unzerlegbar erscheinenden Körper auch wirklich einfache seien und nicht etwa „aus zwei oder selbst mehr noch einfacheren Prinzipien bestehen, sondern in dem Sinne, daß wir „diese Prinzipien nicht von einander zu scheiden vermögen und die vielleicht aus ihnen bestehenden „und uns unzerlegbaren Körper sich für uns wirklich als einfache verhalten."

Die Unzerlegbarkeit der s. g. chemischen Elemente erscheint als eine Unwandelbarkeit derselben, welche einen Uebergang des einen in ein anderes ausschließt. Eine Verwandlung eines chemischen Elements in ein anderes ist nicht nachgewiesen worden; wohl aber wurden alle eine solche Verwandlung vermeintlich nachweisenden Vorgänge (und bis in die neueste Zeit reichen die Versuche, nachzuweisen, namentlich unter dem Einflusse der Lebenskraft gehen solche Verwandlungen vor sich) bei genauer Prüfung als für das Gegentheil zeugend erkannt. Diese Unwandelbarkeit der chemischen Elemente ist es denn auch, welche für die Empiriker den bestimmtesten Anlaß bietet, die Elemente als in ihren Verbindungen noch fortexistirend zu betrachten und zwar, da in keiner anderen Auffassungsweise die Unwandelbarkeit als ein Nothwendiges erscheint, als in den Verbindungen räumlich distinct existirend. In der Unveränderlichkeit der Elemente, in der für den Empiriker gebotenen Nothwendigkeit sie als in ihren Verbindungen fortexistirend, als räumlich unterschieden enthalten zu betrachten, liegt der Grund, weßhalb auf dem Gebiete des Empirismus die atomistische Theorie — in der Auffassung und Ausbildung, welche ihr die letzten 50 Jahre gegeben haben, und die mit der Atomenlehre des Alterthumes nur weniges gemein hat — nicht bloß als bequeme Ausdrücke für gewisse empirisch gefundene Regelmäßigkeiten in den Gewichtsverhältnissen, nach welchen chemische Verbindungen vor sich gehen, abgebend, sondern als die nach dem jetzigen Zustande der Erfahrungswissenschaften für diese allein angemessene betrachtet wird. Keine der s. g. dynamischen Theorien giebt für die Unwandelbarkeit der s. g. chemischen Elemente eine Erklärung; wenn von der atomistischen Theorie auch zugegeben werden muß, daß sie eine Erklärung dafür auch nicht giebt, sondern die Thatsache als ein empirisch Erkanntes einfach hinstellt und sie in der Annahme einfacher Atome lediglich umschreibt, so ist doch andererseits hervor-

zuheben, daß die Unwandelbarkeit der Körper, welche in der Chemie conventionell Elemente genannt werden und welche, und nur sie, immer wieder in den ursprünglichen Gewichtsmengen aus den Verbindungen, zu denen man sie zusammenfügte, erhalten werden, nach den dynamischen Theorien nicht bloß nicht erklärt wird, sondern nach ihnen gar nicht zu erwarten wäre.

Die Chemiker zählen heutzutage 61 Körper, die ihnen unzerlegbar sind und von ihnen als die verschiedenen Bausteine betrachtet werden, aus welchen alle wägbare Materie zusammengefügt ist.

Die Zahl dieser s. g. Elemente, so groß sie ist, könnte als nur ein Theil der Elemente zu betrachten sein, welche die Chemiker kennen würden, wenn sie an mehr Material, als ihnen bisher zu Gebote stand, ihre Künste geübt hätten. Ist doch außer der Atmosphäre fast nur die äußerste dünne Schale der Erdkugel, nur aus was diese Schale besteht, der Forschung zugänglich. Wir haben kaum Anhaltspunkte zur Beantwortung der Frage, ob in größerer Tiefe andere Elemente vorhanden sein und den Kern der Erde bilden mögen. Wahrscheinlich ist die Existenz einer größeren Zahl von Elementen, als sie die äußerste Erdkruste bietet, in sofern nicht, als die bei vulkanischen Ausbrüchen solchen Tiefen, die gegen die Dimensionen der Erdkugel allerdings vielleicht noch verschwindende sind, entströmten Massen keine anderen Elemente, als die auch die Erdoberfläche zusammensetzenden ergaben. Und mehr noch: merkwürdiger Weise ergaben auch die Meteorsteine — diese Massen, für welche unser Jahrhundert die Richtigkeit der Benennung „herabgefallene steinerne Sterne" rechtfertigte, welche Diogenes von Apollonia im Alterthume gebrauchte — keine anderen Elemente als die auch auf der Erde gefundenen. Mit Bestimmtheit kann man sagen, daß die Verbreitung der Elemente, welche man als die auf der Erde vorkommenden verschiedenen Körper zusammensetzend betrachtet, nicht auf die Erde beschränkt ist.

Die s. g. Elemente der Chemiker selbst wieder als zusammengesetzt zu betrachten, liegt nahe. Die verhältnißmäßig große Zahl dieser Elemente, die Aehnlichkeit vieler derselben, welche an die Aehnlichkeit analog zusammengesetzter Körper erinnert, die Möglichkeit, ein wenn auch nur äußerst wenig beständiges Metall (das s. g. Ammonium) aus zwei unzerlegbaren Luftarten zusammenzusetzen, und Manches Andere fordert zu einer solchen Betrachtung auf, welcher indessen jede solidere Stütze dafür, wie man sich denn die Zusammensetzung einzelner s. g. chemischer Elemente denken soll, abgeht. Es liegt nahe, so analoge Körper, wie z. B. verschiedene Metalle, als analoge Verbindungen zu betrachten, wie denn die neuere Chemie solche, aus denselben Elementen in verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzte Substanzen von ähnlichem chemischem Verhalten und ähnlichem Verbindungsvermögen in großer Zahl kennt. Aber über vage Analogien und Vermuthungen ist man noch nicht hinausgekommen. Und beachtenswerth erscheint für die, welche versucht sein sollten die s. g. Elemente der Chemiker als Verbindungen von unbekannter Zusammensetzung zu betrachten, wie es höchst merkwürdig wäre, daß dann die Chemiker durchweg an Verbindungen derselben Ordnung die Grenze ihrer Zerlegungskunst jetzt gefunden hätten; gewisse regelmäßige Beziehungen sind nachgewiesen zwischen den Gewichtsmengen, nach welchen die einzelnen Körper, einfachere oder zusammengesetztere, in weitere Verbindung eingehen, und den Wärmemengen, welche für gleich starke Erwärmung dieser verschiedenen Körper nöthig sind; es stellen sich diese Beziehungen in anderer Weise dar bei complicirter zusammengesetzten als bei einfacher zusammengesetzten Substanzen;

sie stellen sich in gleicher Weise heraus z. B. bei Eisen, Kupfer und Zink, ähnlichen unzerlegbaren Körpern, die man für analoge Verbindungen von unbekannter Zusammensetzung aber gleicher Ordnung halten könnte, aber auch ganz ebenso bei Schwefel und anderen jenen Metallen vollkommen unähnlichen unzerlegbaren Körpern, die man somit keineswegs etwa als Verbindungen verschiedener Ordnung im Vergleich zu jenen Metallen auffassen darf.

Ich will indessen hierbei, da ohnehin die Zeit, die ich in Anspruch nehmen darf, zur Kürze mahnt, nicht verweilen. Hervorheben möchte ich nur noch, wie die zuletzt betrachtete Anschauungsweise sich auch nicht vollständig dafür, für die Ursache der Verschiedenheit der Materie eine Vorstellung zu bieten, als ausreichend bewährt hat. Während man zu Lavoisier's Zeit noch glauben konnte, alle Verschiedenheit der wägbaren Materie lasse sich aus dem Gehalt an verschiedenen s. g. chemischen Elementen oder dem verschiedenen Verhältniß, in welchem die letzteren vereinigt seien, erklären, und Verschiedenheiten, wie sie z. B. in den unterschiedlichen Formen des von den Chemikern als Kohlenstoff bezeichneten Elements, in dem Diamant, dem Graphit und der Kohle im gewöhnlichen Sinne des Wortes, stattfinden, könnten auf dem ungleichen Grade der Reinheit dieser Substanzen beruhen: hat die spätere Forschung gezeigt, daß selbst auf dem Gebiete der Empirie diese Vorstellung nicht ausreicht. Man erkannte, daß die Verschiedenheit des Diamants von dem Graphit oder der Holzkohle nicht auf einer Verschiedenheit der Zusammensetzung beruht. Noch andere unzerlegbare Körper sah man, unter verschiedenen Umständen dargestellt, mit den verschiedensten Eigenschaften begabt: den Phosphor z. B. lernte man außer in der Form eines blaßgelben oder weißen wachsweichen, leichtschmelzenden und äußerst entzündlichen, an der Luft sich rasch verändernden Körpers auch in der Form eines rothen spröden, starke Hitzegrade ohne Veränderung und Entzündung vertragenden, an der Luft sich nicht verändernden Körpers kennen. Aehnliche Verschiedenheiten in den Zuständen sind jetzt für eine große Zahl von chemisch-unzerlegbaren, für eine noch größere Zahl von chemisch-zusammengesetzten Körpern bei gleicher qualitativer und quantitativer Zusammensetzung bekannt. Vollständige Ungleichheit in dem physikalischen und dem chemischen Verhalten bei gleichem chemischem Bestand — wie derselbe sich aus der Bildung derselben Verbindungen oder der Spaltung in dieselben Bestandtheile nach demselben Mengenverhältniß beurtheilen läßt — wurde als möglich nachgewiesen. Die Ansicht, daß die Verschiedenheit der wägbaren Materie lediglich auf der Verschiedenheit der Qualität und des Verbindungsverhältnisses der sie zusammensetzenden chemischen Elemente beruhe, war nicht mehr stichhaltig; für das neu Erkannte erschien die Annahme als nothwendig, auch die Art, wie die zur Bildung eines wahrnehmbaren Körpers zusammengetretenen Atome gruppirt sind, sei von entscheidendem Einfluß auf den Zustand und das Verhalten des Körpers und zähle mit zu den Ursachen der Verschiedenheit der Materie.

Ein specielleres Eingehen gerade auf die letztere Annahme würde indessen weiter führen, detaillirtere Betrachtung des erfahrungsmäßig Gewonnenen benöthigen und Ihre Geduld länger noch auf die Probe stellen, als recht wäre. Gestatten Sie mir zunächst noch kurz die Hauptphasen in der empirischen Erkenntniß der Verschiedenheit der Materie bestimmter hervorzuheben, als mir dies in der von Ihnen eben gehörten ausführlichen Entwickelung vielleicht gelungen ist.

Eine erste Phase der empirischen Erkenntniß der verschiedenen Zustände der Materie faßt hauptsächlich die physikalischen Verschiedenheiten in's Auge und betrachtet sie als beruhend auf den verschiedenen Formen, den verschiedenen Zuständen in einem Sinne, daß damit eine Identität des materiellen Substrats aller Körper als vereinbar erscheint. Ein Fortschreiten der empirischen Forschung läßt chemische Verschiedenheiten bestimmter erkennen, stellt diese in den Vordergrund der Betrachtung und kommt allmälig zu dem Resultat, es existiren grundverschiedene einfachere wenn nicht einfachste Arten der Materie, aus welchen die verschiedenen Körper bestehen, so daß in deren verschiedenem Gehalt an Bestandtheilen, der Art und Menge nach, die Ursache ihrer Verschiedenheit liege. Die neuesten Resultate der Naturforschung endlich lassen diese Auffassung der Verschiedenheit der Materie im Wesentlichen bestehen, erweitern aber die Anschauung über diesen Gegenstand in der Art, daß sie zu der Annahme führen: dieselben kleinsten Theilchen derselben Grundbestandtheile der Materie können, je nach der Art ihrer Gruppirung, verschieden erscheinende und sich verschieden verhaltende Körper bilden. Mit anderen Worten: die älteste hier zur Betrachtung gezogene Vorstellung dachte sich die Verschiedenheit der Körper als auf der Verschiedenheit der Form der Materie und der Attribute, mit denen sie durch irgend welche Ursachen ausgestattet war, beruhend; an die Stelle dieser Vorstellungsweise und ihr geradezu entgegenstehend trat dann allmälig die jetzt gehegte, der verschiedene Gehalt an chemischen Elementen sei die Ursache der Verschiedenheit der Körper. Der verbreitetsten Vorstellungsweise des Alterthums entspricht: in den verschiedenen Körpern verschieden gestaltete und verschieden decorirte Formen aus demselben Material zu sehen; der modernen Ansicht der Empiriker: die verschiedenen Körper als aus Bausteinen aus grundverschiedenem Material construirt zu betrachten; und die neueste Wendung in dieser Ansicht ist: als die Ursache der Verschiedenheit der Körper nicht blos die materielle Verschiedenheit der Bausteine, aus welchen sie construirt sind, anzusehen, sondern auch die Art der Gruppirung der Bausteine als eine Ursache der Verschiedenheit abgeben könnend anzuerkennen.

In der letzteren Wendung liegt eine Erweiterung, nicht eine Bekämpfung der seit 80 Jahren von der Chemie, von der empirisch forschenden Naturwissenschaft überhaupt recipirten Ansicht über die Verschiedenheit der Materie. In der Hauptsache ist diese Ansicht seit jener Zeit dieselbe geblieben; daß das Gewicht der Materie permanent ist, daß die s. g. Elemente der Chemiker nicht umgewandelt, nicht neu geschaffen werden können, ist bis auf die neueste Zeit der Leitfaden gewesen bei naturwissenschaftlichen Untersuchungen, das stets wiedergefundene Resultat bei der genauesten Prüfung entgegenstehender Behauptungen. Und noch deutet Nichts darauf hin, daß eine andere Ansicht an die Stelle der jetzt noch geltenden zu treten sich vorbereite; noch ist nicht — wie es bei so vielen anderen Ansichten, welche empirisch gefundenen Resultaten als allgemeine Ausdrücke und Erklärungen dienen sollten, der Fall war und in den letzten Jahren ihres Herrschens oft selbst von denen, die ihnen noch anhingen, deutlich gefühlt wurde — der seit 8 Jahrzehenten sicher führende Leitfaden zur beengenden Kette geworden.

Noch wenige Worte, und ich habe gesprochen. Die Chemie gilt fast als der jüngste Emporkömmling unter den Naturwissenschaften. In dem raschen Wechsel der Theorien, die in ihr aufgestellt und adoptirt, bald wieder bekämpft und verworfen werden, sehen viele das Anzeichen, daß

diese Wissenschaft eine noch blutjunge, ihr Wissen und ihre Erkenntniß etwas, weil anscheinend stets sich Erneuerndes, noch sehr Schwankendes und Unsicheres sei. Als einjährigen Pflanzen vergleichbar, wenig Festes bietend und bald wieder abzusterben bestimmt erscheinen namentlich die neueren, sich so rasch ersetzenden chemischen Theorien bei oberflächlicherer Betrachtung. Richtiger wohl lassen sich diese Theorien als Blüthen betrachten, welche die von so Vielen und gemeinsam in den verschiedenen Ländern cultivirte Wissenschaft treibt; als Blüthen, die ihrer Natur nach vergänglich sind aber der Wissenschaft — indem die Theorien zur Aufsuchung von Thatsachen in bestimmter Richtung auffordern und anleiten — eine reichliche Fülle von Früchten tragen, die dauernde sind; als Blüthen an einem Stamme, dessen Kern nicht so vergänglich ist, sondern sich während langer Zeit unverändert erhalten hat. Zu dem den Kern der Chemie Bildenden, seit längerer Zeit unversehrt und dauernd Gebliebenen gehört denn auch die jetzt noch geltende Ansicht über die Ursache der Verschiedenheit der Materie. Sie ist den Chemikern durch Lavoisier festgestellt; die Mittel, durch welche dieser Forscher die Consequenzen dieser Ansicht für die Chemie zog, sind die noch jetzt anerkannten; die Ansicht selbst läßt sich aber, wie schon aus dem früher Gesagten hervorgeht, weit vor Lavoisier zurückverfolgen. Ich will nicht in entfernte Jahrhunderte zurückgreifen, Stellen älterer Schriftsteller Ihnen vorzuführen, welche sich in dem Sinne der jetzt geltenden Ansicht deuten lassen. Aber klingt es nicht wie der Ausspruch eines modernen Chemikers, wenn Denen, welche nach absolut einfachen Bestandtheilen der Körper (wahren Elementen im Gegensatze zu den s. g. chemischen) forschen oder die Ursache des Unterschiedes der Körper lediglich in einer Verschiedenheit der Form und Größe der sie zusammensetzenden kleinsten Theilchen suchen wollen, die aus den ersten Jahrzehenten des vorigen Jahrhunderts stammende Betrachtung entgegen gehalten wird: „Da man gesehen, daß die eigenthümlichen Materien der Körper, die in unsere Sinne fallen und „mit denen wir zu thun haben, sich in andere, durch deren Vermischung sie entstanden, nicht allein „durch die Chemie auflösen lassen, sondern auch selbst von der Natur aufgelöset werden: so ist „man auf den Gedanken gerathen, ob nicht einige Materien vorhanden sind, durch deren Ver„mischung die übrigen alle heraus kommen, die sich aber selbst nicht weiter in andere auflösen „lassen. Und diese hat man einfache Materien oder Elemente genannt, auch sich einge„bildet, als wenn in diesen Materien Theile angetroffen würden, die nicht weiter als dem Orte „nach von einander unterschieden sind. Nun ist zwar das letztere ungereimet; allein deswegen kann „doch nicht sogleich das erstere schlechterdings verworfen werden, denn es könnten dessen ungeachtet „doch gewisse Materien in einer determinirten Anzahl in der Natur anzutreffen sein, durch deren „Vermischung alle die übrigen herauskämen, die in unsere Sinne fallen. Gesetzt aber, daß der„gleichen Materien vorhanden sind, so ist doch gewiß, daß dieselben noch immer in andere ein„fachere sich auflösen lassen. — — — Es entbehret aller Wahrscheinlichkeit, daß wir ent„weder mit unseren Sinnen oder auch mit unserer Vernunft solche Materien erreichen wollen, die „sich nicht anders als in Theile von ihrer Art auflösen lassen. Und es ist auch ein großes Ver„sehen, wenn man vermeinet, der Unterschied solcher Materien, die uns in die Sinne fallen, lasse „sich durch die bloße Figur und Größe der Theile bestimmen. Denn so lange die subtilesten Theile „der eigenthümlichen Materie noch aus anderen einfacheren, die in gewisser Proportion mit einander

„vermischet sind, bestehen, muß man den Unterschied der Materien durch die einfacheren, die mit „einander vermischet sind, und durch die Proportion, in welcher sie mit einander vermischet sind, „bestimmen, und ist noch lange nicht Zeit, daß man auf die Figur und Größe der Theile komme. „Nemlich man kann nicht eher auf die mechanischen Ursachen denken, bis man vorher mit den „physikalischen (d. i. auch den chemischen) zur Richtigkeit kommen. Da nun zur Zeit gar wenig „Hoffnung zu sein scheinet, daß wir diese zwar nicht ganz einfachen, jedoch einfachere Materien „entdecken, durch deren Vermischungen diejenigen heraus kommen, daraus die Körper bestehen, „welche uns in die Sinne fallen: so halten wir es auch für eine vergebliche Arbeit sich damit zu „bemühen, und ist es uns genug, wenn wir in Erklärung der natürlichen Begebenheiten keine „Materie annehmen, als deren Gegenwart wir hinlänglich erweisen können. So gehen wir sicher „und sind gewiß, daß wir Nichts erdichten und der Wahrheit verfehlen."

Wir halten noch an solcher Betrachtung fest, wie sie Christian Wolff vor mehr als 130 Jahren in seinen „Vernünfftigen Gedancken von den Würckungen der Natur" aussprach.

